

# Levymateriaalin hukan vähentäminen

LAHDEN  
AMMATTIKORKEAKOULU  
Tekniikan ala  
Puutekniikan koulutusohjelma  
Opinnäytetyö  
Syksy 2017  
Niki Joukanen

Tässä opinnäytetyössä käsiteltiin Koskisen Oy:n Puolan Toporówissa sijaitsevan tuotantoyksikön laajennusta, työstökoneinventointia ja siihen liittyviä ohjelmistojen ja toimintatapojen muutoksia. Tehdyt investoinnit ja muutokset edesauttavat tuotannon tehostamista ja materiaalihukan pienentämistä. Yksikköön hankittiin uusi NC-kone ja automaattivarasto, joiden integraatio olemassa olevaan toiminnanohjausjärjestelmään oli laajuudessaan ensikertainen projekti Koskisen Oy:n historiassa. Investoinnin yhteydessä laajentuneet tuotantotilat mahdollistavat tuotannon kasvattamisen ja parantavat sekä työturvallisuutta että työtehokkuutta.

Työssä käsiteltiin myös työstömateriaalina käytettyä ohutta polypropyleenipinnoitettua vaneria. Levyn valmistus on vaativaa, joten työstöhukan pieneminen ja siitä syntyvä materiaalisäästö tuo taloudellista hyötyä yritykselle.

Levyn valmistusta tutkittiin, ja sen ongelmakohtiin pyrittiin löytämään parannusehdotuksia. Tuotannon osalta myös käsiteltiin vaneritehtaan energiantarvetta ja päästöjä ilmaan, sekä työstöyksikön jätettä ja sen käsittelyä.

Koneiden ja ohjelmistojen lisäksi myös työntekijöiden on täytynyt omaksua uusia toimintatapoja ja työvaiheita. Henkilöstön osaaminen on tärkeässä roolissa uuden järjestelmän toiminnan kannalta.

Tähänastisissa laskelmissa materiaalihukan määränä on käytetty 25 %, joka on suuri määrä. Todellisuudessa tuotannossa saavutettu hukan määrä on ollut pienempi. Tässä opinnäytetyössä on tarkasteltu optimointituloksia sekä materiaalikirjauksia ennen ja jälkeen investoinnin, jotta on saatu tarkempi käsitys materiaalihukasta.

Käyttöön otetut koneet ja ohjelmistot tarjoavat hyvät edellytykset toiminnan laajentamiseen ja lisäinvestointeihin tulevaisuudessa.

Asiasanat: investointi, cnc, materiaalihukka

## ABSTRACT

---

This bachelor's thesis concentrated on an investment in Koskisen Oy's production unit in Toporów, Poland. The production facility was extended and a new milling machine along with an automated warehouse was bought. The investment that was made will improve and streamline production and help to reduce material waste. The new system was integrated into the enterprise resource planning (ERP) system in a scale, which was first of its kind in Koskisen's history. The new facilities allow to increase production amounts, and to improve working safety and efficiency.

Thin, 4 mm polypropylene coated plywood used in milling is also examined in this thesis. Thin plywood is difficult to produce, so reductions in waste and the gained improvement in raw material usage will bring economical savings to Koskisen Oy.

The production of thin plywood was investigated and suggestions to improve the problematic points in production were given. Related to the production, the use of energy in the plywood plant and emissions to air, along with the milling unit's waste and its handling was investigated in this thesis.

Not just new machines and software, but also employees have been taught to use the new system efficiently. The employees' expertise related to the new system has a key role in making the system run efficiently.

The amount of waste has been assumed to 25 % in the calculations so far, which is a big amount. The actual waste has been lower than 25 %. The optimizing results and the production entries in ERP was compared before and after the investments, so conclusions of waste amounts can be made.

New machines and systems taken into use will give a good opportunity to improve and increase production in the future.

Key words: investment, cnc, material waste

## ALKUSANAT

Haluan esittää kiitokseni Koskisen Oy:lle, joka tarjosi mahdollisuuden opinnäytetyöhön. Kiitos esimiehelleni Mikko Tarulalle, joka oli työn valvoja yrityksen puolelta. Kiitos myös kaikille Koskisen Oy:n toimihenkilöille ja työpisteiden operaattoreille, jotka tarjosivat tietoa opinnäytetyöhön liittyen ja kertoivat omaan työpisteeseen liittyvistä asioista.

Kiitos Lahden ammattikorkeakoulun lehtori Ilkka Tarvaiselle, joka ohjasi ja kannusti työn valmiiksi saattamisessa.

Tahdon esittää kiitoksen myös vaimolleni, jonka tuen ansiosta tämän opinnäytetyön tekeminen oli mahdollista.

Lahdessa 17.10.2017

Niki Joukanen

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	TEORIAOSA	2
2.1	Koskisen Oy	2
2.2	Kore	3
2.3	Ohuen levyn valmistus	3
2.3.1	Ohuen levyn valmistukseen liittyvät ongelmat	4
2.3.2	Ympäristöystävällisyys ja kierrätettävyys	10
2.3.3	Valmistuksessa vaadittu energia ja hiilijalanjälki	11
2.4	Työstöjäte ja sen käsittely	12
2.5	Pienentyneen hukan vaikutus	13
2.6	Nestaus	14
3	KOKEELLINEN OSA	15
3.1	Rakennuksen laajennus	15
3.2	Käyttöönotto	15
3.3	Investoinnin vaikutus materiaalihukkaan	16
4	KEHITYSEHDOTUKSET	17
5	YHTEENVETO	18
	LÄHTEET	20

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli dokumentoida Koskisen osakeyhtiön vaneritehtaan alaisuudessa toimivan Kore-yksikön työstökoneinvestointi ja sen mahdollistamat materiaalisäästöt. Yksikön myynnin kasvu oli muodostanut tilanteen, jossa investointi oli tullut välttämättömäksi. Puolan Toporówissa sijaitsevan tuotantoyksikön tilat olivat myös käyneet ahtaaksi eivätkä mahdollistaneet tuotannon kasvattamista. Investoinnin yhteydessä laajennettiin tuotantotiloja sekä hankittiin uusi NC-työstökone, automaattivarasto ja niiden tarvitsemat laitteet ja ohjelmistot.

Investointiin liittyvä integraatio oli laajuudessaan ensimmäinen näin suuri laitteiden ja tuotanto-ohjelmistojen integrointi Koskisen historiassa. Järjestelmien integrointi mahdollistaa aina ajantasaisten työstöpiirustusten käytön, niiden tehokkaamman optimoinnin, nopeamman tuotannon läpimenoajan ja tarkentuneen raportoinnin.

Ennen investoinnin aloittamista tehdyissä laskelmissa ei ole huomioitu mahdollisesti pienentyvän hukan aiheuttaman materiaalisäästön rahallista vaikutusta. Yksikössä käytettävä 4 millimetrin polypropyleenipinnoitetun vanerin valmistus on vaativaa ja kallista, joten vähäisenkin materiaalihukan pienentäminen säästää yrityksen kuluissa sekä helpottaa vaneritehtaan tuotannossa.

Kaikkia ohuen levyn tuotannossa olevia haasteita ei voida poistaa, mutta levyn käsittelyyn ja työvaiheisiin tehtävillä muutoksilla voitaisiin vähentää ongelmia ja helpottaa tuotantoa. Järjestelmän käyttöönoton jälkeen tehdyistä materiaalikirjauksista on havaittavissa positiivisia tuloksia, joiden perusteella voidaan todeta investoinnin olleen onnistunut.

## 2 TEORIAOSA

### 2.1 Koskisen Oy

Koskisen Oy on yli satavuotisen historian omaava puunjalostusalan perheyrittäjä. Yrityksen historia on alkanut vuonna 1909, kun Kalle Koskinen aloitti sahatoiminnan. Nykyisin yrityksen toiminta jatkuu jo neljännessä sukupolvessa.

Pelkästään sahaustoiminnalla aloittaneen yrityksen toimintaa on kehitetty ja laajennettu vuosien saatossa (kuva 1). Vaneria on valmistettu jo yli 50 vuotta, sekä Koskisen lastulevytehdas on nykyisin ainoa lastulevytehdas Suomessa. Hirvensalmella toimiva ohutvaneriteollisuuden yksikkö tuottaa erikoistuotteita puusepän- ja huonekaluteollisuuden tarpeisiin. Yritys myös valmistaa Vierumäen taloteollisuuden yksikössä omakotitalopaketteja sekä elementtejä kerrostalorakentamiseen. Viime vuosina on erityisesti panostettu suurten elementtien jatkojalostukseen, ja Koskisella onkin ollut useita kerrostalojen lisäkerrosten rakennusprojekteja.

Puunjalostusyksiköiden lisäksi konserniin kuuluu myös puuraaka-aineen hankinnoista ja energiantuotannoista vastaavat yritykset. (Koskisen Oy 2017b.)



KUVA 1. Koskisen tuotantolaitokset Järvelässä (Koskisen Oy 2017)

Koskisen vaneri- ja lastulevytehtaiden muodostama levyteollisuuden yksikkö sijaitsee Järvelässä. Levyteollisuudella on valikoimissaan suuri

määrä tuotteita alkaen valumuoteista aina korkealuokkaisiin dekoratiivisiin sisustuslevyihin asti. Koskisen tuotannossa on myös maailman suurin saumaton koivuvaneri (1900 x 4000 mm). (Koskisen Oy 2017b.)

Kaikkiaan Koskisen palveluksessa työskentelee noin 1100 ihmistä, joista levyteollisuudessa työskentelee noin 530. Vuonna 2016 Koskisen vaneritehtaan liikevaihto oli 84 miljoonaa euroa. Kokonaistuotantomäärä oli 78500 m<sup>3</sup>, josta pinnoitetun vanerin osuus oli 86 %. (Koskisen Oy 2017b.)

## 2.2 Kore

Kore on vaneritehtaan alaisuudessa toimiva yksikkö, joka suunnittelee ja valmistaa pakettiautojen lattia- ja seinälevyjä. Koren toiminta on alkanut vuonna 2011, jolloin lähdettiin liikkeelle nollatasosta. Koskisen Oy oli valmistanut pakettiautojen seiniä jo 20 vuotta, mutta vain asiakkaiden omien piirustusten mukaan koneistettua vaneria. Koren myötä palvelukonseptia vietiin pidemmälle ja alettiin tarjota tuotteita, jotka ovat valmiita asennettaviksi. Palvelu pitää sisällään koneistuspäalvelut ja kuljetusratkaisut. Koren konseptissa noin puolet on asiakaspalvelua.

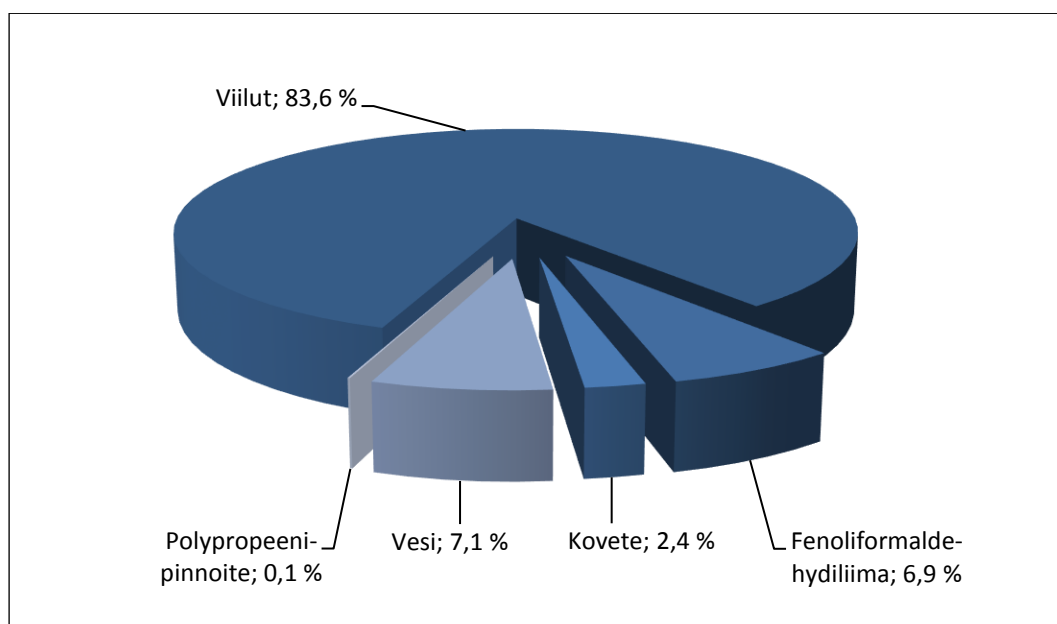
Koren päämarkkina-alue on Eurooppa, jossa kilpailijoita on 5–6 kappaletta, joista suurin osa ostaa vanerin tehtailta, työstää ja myy eteenpäin. Vain yksi kilpailijoista on vaneritehtaan oma yritys. Saksassa vastaavia tuotteita on ollut markkinoilla jo 15 vuotta. Myös Kore aloitti toimintansa Saksan markkinoilta. Koren Business Manager Mikko Tarula kertoo ajatuksen olleen, että jos menestyy Saksassa, menestyy myös muualla. (Tarula 2016.)

## 2.3 Ohuen levyn valmistus

Koren valmistamien seinälevyjen materiaalina käytetään ohutta, vain neljä millimetriä paksua KoskiFutura-nimellä myytävää pinnoitettua koivuvaneria. Ohuen levyn valmistaminen asettaa vaatimuksia tuotannolle.



Koska vanerissa on vain kolme viilua, on vaatimukset pintapainotteisia, ja tämä asettaa korkeat vaatimukset raaka-aineelle. Kuutiometri vaneria vaatii raaka-ainetta noin 3,3 kuutiometriä (kuvio 1), joten vain 4-millistä vaneria valmistettaessa raaka-ainevaatimukset nousisivat ylitsepääsemättömiksi. Koska 4-millinen vaneri vaatii huomattavasti enemmän pintaviilua verrattuna paksumpiin levyihin, ei ohutta vaneria voida valmistaa suuria määriä. (Lehtinen 2016.)



KUVIO 1. Polypropeenipinnoitetun vanerin koostumus

Aiemmin peruslevyssä sallittiin paljon vikoja, koska levy pinnoitettiin muovikalvolla. Nykyään autoteollisuuden laatuvaatimukset ovat pakottaneet Koskisen nostamaan omia laatuvaatimuksiaan KoskiFuturan osalta. Enää virheitä ei saa näkyä, joten pintaviilut kitataan tiiviiksi. (Nikula 2016.)

### 2.3.1 Ohuen levyn valmistukseen liittyvät ongelmat

Koska sorvaus, ladonta ja esipuristus eivät ohuen levyn osalta poikkea paksummista levyistä, tarkastellaan tässä levyn tuotannollisia ongelmia puristuksesta eteenpäin. Ohut levy aiheuttaa haasteita tuotannossa juuri

ohuutensa takia. Levy käyristyy, eikä kulje kuljettimien ja telojen välissä. Erityisesti ongelmia esiintyy hionnassa ja sahauksessa. Työpisteillä käytiin tarkastelemassa toimintaa juuri silloin, kun siellä oli työn alla 4-millinen levy. Operaattoreilta kysyttiin ohuen levyn valmistuksen ongelmista, toimintatavoista ongelmien aikana ja niiden välttämiseksi sekä mahdollisista parannusehdotuksista.

Levyaihiot puristetaan tuplapuristuksena, eli yhdellä puristuksella saadaan puristinväleihin verrattuna kaksinkertainen määrä levyjä. Esipuristetut levyt syötetään puristimeen käsin, koska 30-välisessä puristimessa ei ole syöttölaitetta. Levyjen syötössä on mahdollisuus käyttää vinssiä, mutta ohuiden levyjen kanssa on helpompaa syöttää levyt käsin. Käyrät levyt voivat aiheuttaa ongelmia levyjen syötössä ja purussa; levyt voivat kääntyä ja jäädä puristimen ja purkuhäkin väliin, jolloin operaattorit joutuvat kiipeilemään puristimen rakenteissa ja käyttämään pitkiä tankoja levyjen kääntämiseen. Muuten levyt jäävät puristinlevyjen ja syöttö- tai purkuhäkin väliin ja hajoavat. Puristinta tyhjentäessä kierot levyt voivat osua jäähdytyskarusellin piikkeihin ja syöttyä väärin. (Voutilainen 2017.)

Puristuksen jälkeen levyssä on vielä ladonnassa syntyneitä epätasaisia reunoja, jotka täytyy sahata pois, jotta levyjä voidaan jatkokäsitellä. Puristetut levyt sahataan reunasahauksessa, jossa levyn kaikki neljä sivua sahataan suoriksi ja levy saavuttaa ahiomittansa. Ahiomittaan sahatut levyt kulkevat jalostusprosessin läpi, jonka jälkeen ne sahataan vielä lopulliseen määrämittaansa, jolloin ne ovat valmiina lähetettäväksi tehtaalta. Reunasahauksessa levyjen käyryys aiheuttaa ongelmia lähinnä syöttöpäässä, jossa levyn päät voivat tökätä ja juuttua kuljettimiin. Ensimmäisen sahan jälkeen on risteysasema, jossa levy vaihtaa kulkusuuntaa. Kierot levyt eivät aina painaudu riittävästi risteysaseman vasteeseen, jolloin anturit eivät tunnista levyä, eivätkä kuljettimet lähde siirtämään levyä eteenpäin. Syöttöpään ongelmia voi yrittää korjata asetuksia muuttamalla, kuten esimerkiksi syöttöhissin korkeutta nostamalla tai syöttörullien väliä kasvattamalla. Mikäli ongelmia esiintyy linjalla, voidaan syöttönopeutta pienentämällä yrittää pienentää ongelmia.

30-välisellä puristimella puristetut tuplapuristetut levyt eivät aiheuta yhtä paljon ongelmia kuin yksittäin puristetut levyt, koska tuplapuristettujen levyjen kierous on vähäisempää. (Silvennoinen 2017.)

Levyjen kittausta ei voida suorittaa kittausrinalla, koska levyt eivät välttämättä kulje kuljettimissa ongelmitta. Lisäksi tuplapuristuksesta johtuvia kaikkia vikoja ei välttämättä huomaa, sillä levyjen eri puolet tarkastelee ja kittaa eri henkilöt, eikä työpari välttämättä tiedä kaikista levyn toisen puolen vioista (Suomalainen 2017). Siksi 4-milliset levyt kitataan käsikäännöllä, jossa kaksi työntekijää kittaa ensin levyn yhden puolen, kääntävät levyn käsin ja viimeistelevät toisen puolen (kuva 2). Näin aiemmin mainitut tuplaviat tulee varmemmin korjatuksi. Sen lisäksi, että levyjen käsikäänntö on raskasta, on se myös hitaampaa. Kahden levyn yhtäaikaisesta puristamisesta johtuen yksi limittymä tai vastaava vika näkyy kahdessa levyssä, joten vikojen määrä voi olla korkea.

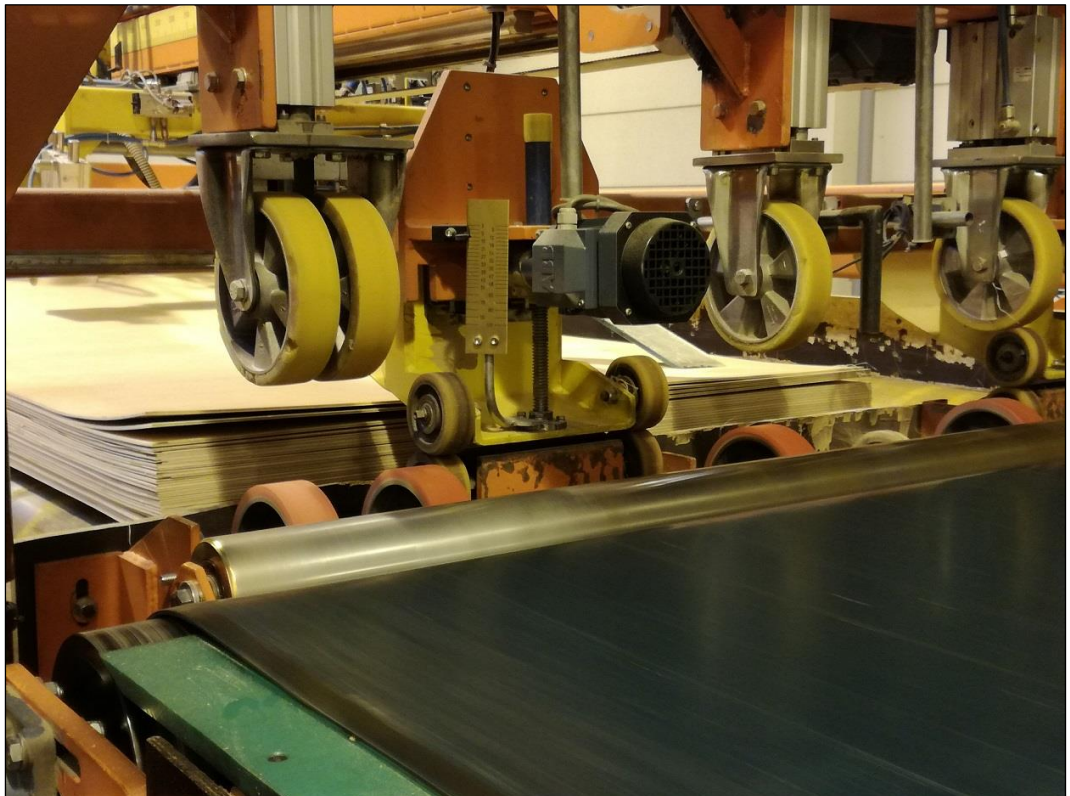


KUVA 2. Kittauspiste, jossa levyt käännetään käsin

Kittauksen yhteydessä operaattorit lajittelevat levyt ja poistavat huonot, esimerkiksi viiluvajaat levyt. Poistetut levyt sahataan pienempään käyttökelpoiseen mittaan. Näin levyt voidaan vielä jalostaa ja myydä,

vaikka vikojen tarkastelu ja sahaus vaativat enemmän aikaa. Kittausta tarkastellessa oli työn alla paketti, jossa oli paljon viiluvajaita levyjä. Käytössä olleiden lajitteluohjeiden perusteella operaattorit pudottivat levyt pois priimaluokasta, vaikka Koren työstöön tulevista levyistä voitaisiin sallia jonkin verran viiluvajautta, sillä levyissä on aina hieman työstövaraa. Tästä johtuen työstöön valmistettavien levyjen lajitteluohjeita olisi syytä tarkastaa.

Hionnassa ongelmia aiheutuu levyjen käyryydestä. Operaattorin täytyy jatkuvasti valvoa syöttöpäässä, ettei syöttökuljetin ota kahta levyä kerrallaan (kuva 3). Käyrät levyt voivat pahimmassa tapauksessa rikkoa hiomanauhat. Lisäksi, käyrien levyjen reunat ja kulmat hioutuvat väärin, joten levy ei joko saavuta tavoitepaksuutta, tai ei läpäise laatuvaatimuksia. (Laine 2017.)



KUVA 3. Käyriä levyjä hiomakoneen syöttöpäässä

Hiomakoneen toimintaa tarkastellessa koneen operaattori kertoi työvuoronsa aikana poistaneensa muutamia 4-millisen levyn paloja hiomakoneen sisältä. Sen lisäksi, että operaattorin täytyy valvoa syöttöpäätä, hänen täytyy valvoa monitorista hionnan jälkeistä linjaa ja sitä, että hiotut levyt pinkkautuvat oikeaan lokeroon. Siinä samalla pitäisi pystyä olemaan valvomossa ja lajittelemassa hiotut levyt, mikä ei onnistu, koska operaattori joutuu valvomaan levyjen syöttöä. Liian käyrät levyt otetaan sivuun syöttöpäässä, eikä niitä hiota ollenkaan. (Laine 2017.)

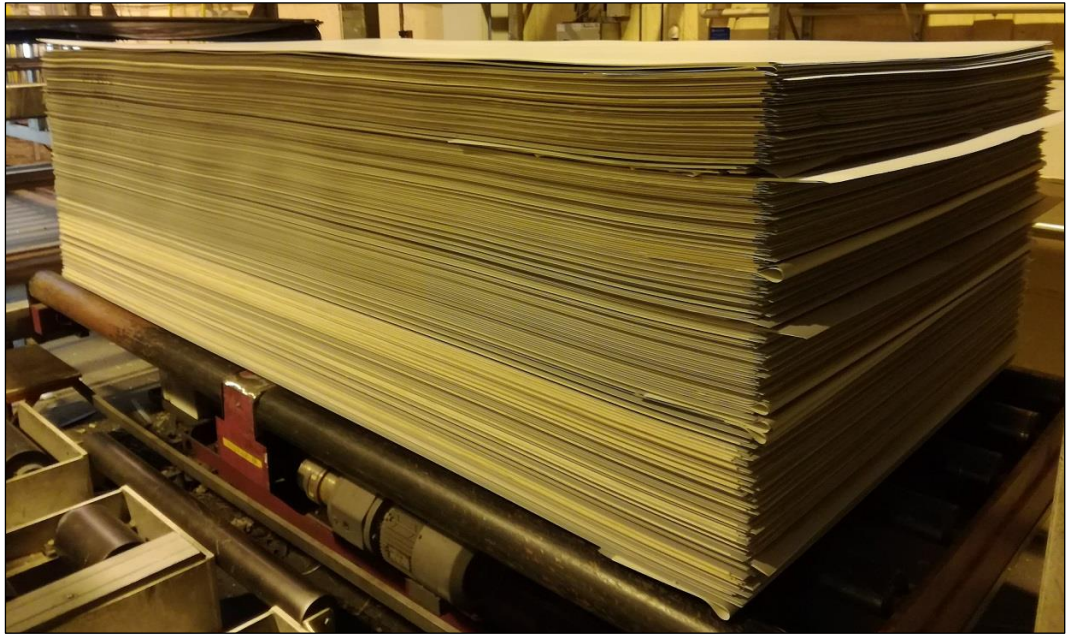
KoskiFuturan pinnoitus suoritetaan telapinnoituksena, jossa rullasta tuleva muovikalvo puristetaan levyn pintaan telapuristimessa.

Telapinnoituslinjalla levyn maksimileveys on 1560 millia, joka asettaa rajoituksia pinnoitukseen. Pinnoituksessa levyjen käyryys aiheuttaa samanlaisia ongelmia kuin hionnassakin. Kahden levyn päällekkäisen syötön estäminen vaatii operaattorin tarkkailua.

Useimmin ongelmat esiintyvät liiman levityksen jälkeen, kun levyn taipunut reuna tökkää kalvotelaan tai sitä edeltävään kuljettimen akseliin.

Taipuneista levyistä aiheutuu myös se, ettei kalvoleikkuri katkaise levitettyä pinnoituskalvoa oikein (Lehtonen 2017). Kalvoleikkurin epätarkkuus aiheuttaa pinnoitekalvon hukkaa sekä mahdollisesti ongelmia seuraavissa työvaiheissa, jos kalvo tulee paljon levyn reunan yli (kuva 4).





KUVA 4. Pinnoitettuja levyjä, joissa osassa levyistä on liian pitkäksi leikkautunut kalvo

Pinnoitetut levyt sahataan määrämittasahauksessa lopulliseen mittaansa. Määrämittaan sahatessa sahaustapa poikkeaa aihiosahauksesta. Siinä, missä aihiosahauksessa jokainen levy sahataan yksitellen, määrämittasahauksessa levyistä tehdään paksu nippu, joka sahataan kerralla. Saha mahdollistaa jopa 150 millia paksun nipun sahauksen, mutta käytännössä sahataan maksimissaan 120 millia paksuja nippuja kerrallaan. Maksimipaksuutta pienempien nippujen sahaus johtuu kieroista levyistä. Ohuemmalla nipulla pyritään välttämään ongelmat, kuten esimerkiksi puristinkynnen osuminen koholla olevaan levyn reunaan, jolloin yksittäinen tai useampi levy kääntyisi vinoon ja sahautuisi väärään mittaansa. (Naboulsi 2017.)

Sahattavan nipun kasaaminen on hidasta, koska jokainen levy nostetaan imukuppinostimella yksitellen, joten maksimissaan 30 levyn nipun tekeminen vaatii pitkän ajan. Imukuppinostimen viiveitä ja imukuppien alipaineita joutuu säätämään, jotta nostin ei nosta kahta levyä samaan aikaan (Marjamaa 2017). Kun sahattava nippu on tehty, ei ongelmia enää yleensä esiinny. Pinnoituksesta jääneet, levyn reunan ylittävät liian pitkät

kalvot eivät aiheuta sahauksessa ongelmia, sillä kalvo rikkoutuu levynippua tasatessa, eikä kalvot vaikuta nipun tekemiseen. Joskus puruimuri saattaa imeä sahatun kevyen reunasoiron mukanaan. Imureita säädetään ohuen levyn ajoa varten, eikä reunasoiron imua pitäisi esiintyä usein. (Naboulsi 2017.)

Koska määrämittasahauksessa yhdessä levynipussa on jopa 30 levyä, voi yhdellä väärällä sahauksella pilata jopa 30 levyä. Vastaava määrä 40 mm levyä sahatessa on vain kolme levyä. Sahaus vaatii operaattorilta tarkkaavaisuutta, ja levyjen syöttöä joutuu valvomaan keskeytyksettä. Yhdellä sahauskerralla saadaan sahattua paljon levyjä, mutta koska levyjen pinkkaaminen kestää kauan, ei 4-millisen levyn sahausnopeus juurikaan eroa paksummista levyistä. (Naboulsi 2017.)

Edellä mainitut levyjen käyryydestä johtuvat ongelmat ovat tietenkin vaihtelevia. Aina levyt eivät ole yhtä käyriä eivätkä siten aiheuta ongelmia. Myös levyjen säilytys aiheuttaa niiden käyristymisen. Hiomakoneen operaattori kertoi, että usein ohuiden levyjen pohjalavat ovat väärän kokoisia, mikä aiheuttaa levyjen taipumista. Ohuiden vanerien hidas tuotantokierto yhdistettynä epäsuotuisaan varastointiin aiheuttaa taipumia levyihin, mikä taas aiheuttaa ongelmia tuotantovaiheissa.

Lisäksi, koska ohut levy vaatii työpisteillä saman ajan kuin paksu levy, vaatii ohuen levyn vanerikuution valmistus pidemmän ajan.

### 2.3.2 Ympäristöystävällisyys ja kierrätettävyys

Koskisen tuotannossa käytettävän puuraaka-aineen hankinnasta vastaa Koskisen osakeyhtiön emoyhtiö Koskitukki Oy. Yritys huolehtii siitä, että vanerinvalmistuksessa käytetyt tukit on hankittu vastuullisesti ja mahdollisimman ympäristöystävällisesti noudattaen PEFC- ja FSC-standardien ohjausta. (Koskisen Oy 2014.)

KoskiFuturan muovipinnoite ei sisällä klooria eikä sen yhdisteitä, joten se on ympäristöystävällinen. Tuotteelle myönnetyt sertifikaatit (EN ISO 9001,

EN ISO 14001, OHSAS 18001, PEFC, FSC, ShipsPly K-4688) kertovat, että tuote on vastuullisesti tuotettu. (Koskisen Oy 2014.)

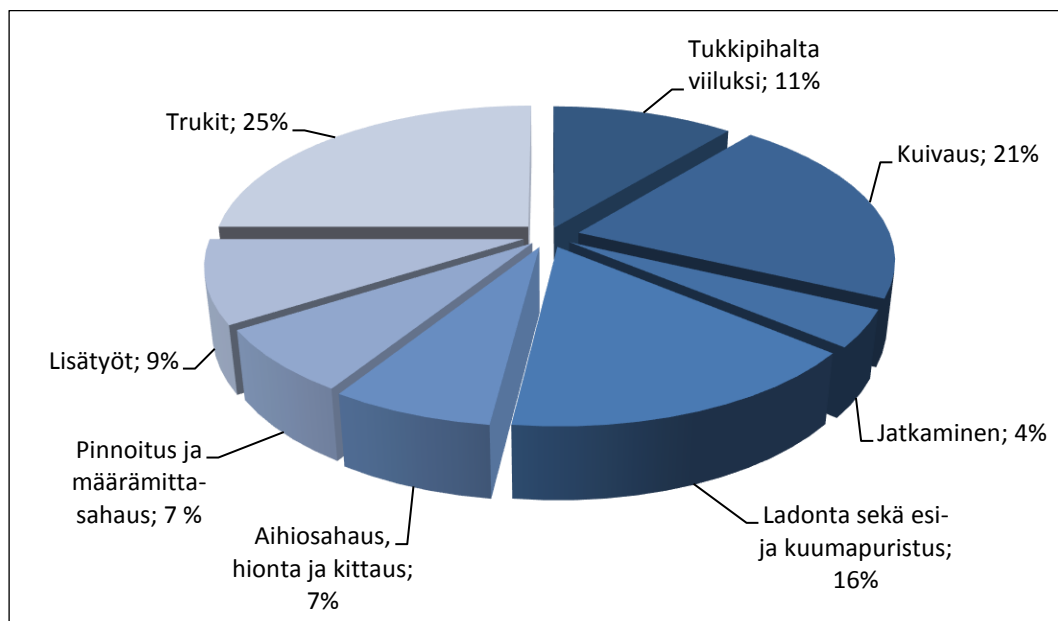
### 2.3.3 Valmistuksessa vaadittu energia ja hiilijalanjälki

Koskisen energiankäyttötilastoista käy ilmi, että yhden ladotun vanerikuution valmistus vaatii energiaa 1338,7 kWh/m<sup>3</sup> (vuoden 2016 kolmen ensimmäisen vuosineljänneksen tieto), josta sähköenergian osuus oli 355,6 kWh/m<sup>3</sup> ja lämpöenergia 983,1 kWh/m<sup>3</sup> (kuvio 2) (Järvinen 2016). Vaneritehtaan käyttämä sähköenergia tuotetaan eri lähteillä: vesivoimalla 47,1 %, ydinvoimalla 33 %, luonnonkaasulla 9,9 % ja KoskiPower 10 % (Koskisen Oy 2014).

KoskiPower on Koskisen Oy:n oma voimalaitosyhtiö, joka tuottaa sähköä ja lämpöä hyödyntämällä Koskisen tuotannon puuperäisiä sivutuotteita. Tuotettua lämpöenergiaa käytetään tukkien liotusaltaan lämmityksessä, viilujen kuivauksessa, kuumapuristuksessa ja pinnoituksessa. Energiantuotannon päästöt ilmaan ovat noin 32 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>3</sup>. (Haaparanta 2011, 65.)

Leena Haaparanta teki vuonna 2011 diplomityön, jossa tutkittiin vanerituotteiden hiilijalanjälkeä. Toinen työssä tutkituista tuotteista oli fenolipinnoitettu KoskiCrown. Työstä selviää, että KoskiCrownin valmistamisen hiilidioksidiekvivalentti on 231 kg CO<sub>2</sub>e valmistettua kuutiota kohti (Haaparanta 2011, 71). KoskiFuturan hiilidioksidiekvivalenttia ei ole laskettu, mutta KoskiCrownin määrää voidaan käyttää suuntaa-antavana tietona.





KUVIO 2. Vanerikuution valmistamisen vaatiman energian jakautuminen. (Haaparanta 2011, 67)

## 2.4 Työstöjäte ja sen käsittely

Työstössä syntynyttä hukkaa ei ole aiemmin laskettu tarkasti, joten kaikissa laskelmissa hukan määränä on käytetty 25 %. Työstössä syntyvä puru kerätään puruimurilla säiliöön. Työstettyjen levyjen reunat, levyjäte ja muu työstöön kelpaamaton levymateriaali kerätään kasaan. Sekä vanerietä muovijätteen noudon, uudelleen käsittelyn ja kierrätyksen hoitaa Poznanissa sijaitseva Alba sp. z o.o. Yritys hoitaa jätteen jatkokäsittelyn puolalaisten sääntöjen mukaan. Muovijätteen Alba hakettaa ja myy eteenpäin. Tuotannossa syntynyt vanerijäte kerätään konttiin, jonka tyhjennyksestä maksetaan vain kuljetuksesta syntyneet kustannukset. Muovijätteestä Alba hyvittää noin 400 Puolan zlotyä per muovitonni, josta vähennetään kuljetuskustannukset (Marzec 2017). Investoinnin yhteydessä hankitaan oma haketin, jolla haketetaan syntynyt jäte jo omissa tiloissa ja näin jätekonttien tilavuus voidaan käyttää tehokkaammin hyödyksi.

Mikäli työstetty raaka-aine ei enää sovellu työstettäväksi, pyritään se käyttämään hyväksi mahdollisimman tehokkaasti. Jäännöspaloista voidaan tehdä asiakkaille lähetettäviä näytepaloja. Lattialevyissä

käytettävistä paksummista levyistä voi tehdä tukipaloja, joita käytetään joissakin automalleissa. Lattian alle piiloon tulevilla tukipaloilla ei pinnan laadulla ole merkitystä, joten myös levyt, joiden pinnoite on vaurioitunut, voidaan käyttää.

## 2.5 Pienentyneen hukan vaikutus

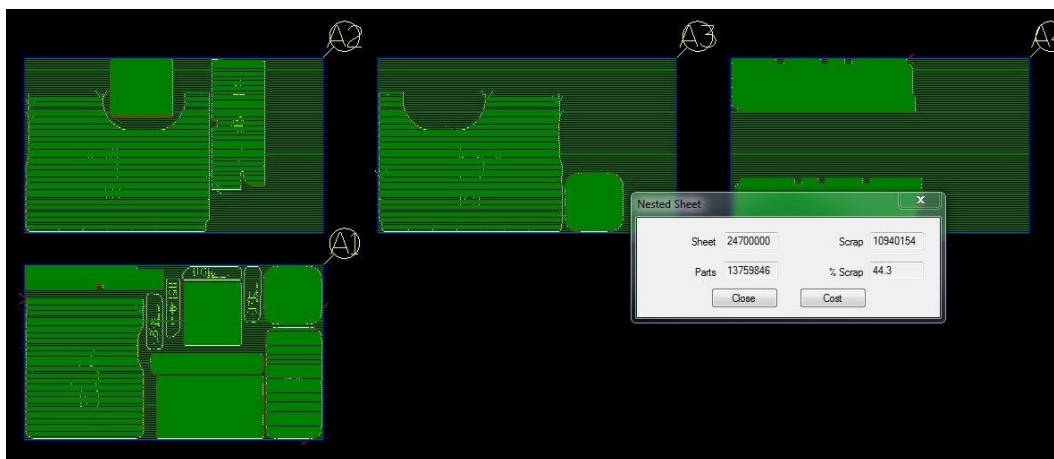
Koska ohuen levyn valmistus on vaativaa ja levy kallista, on pienikin säästö merkityksellinen. Lisäksi koska laiteinvestoinnin myötä tuotannon määrä tulee kasvamaan, pienentyneen hukan myötä myös säästö tulee kasvamaan.

Pienentyvä hukka tuo myös säästöjä vanerin tuotantoon, sekä pienentää ympäristöön kohdistuvia päästöjä. Tätä opinnäytetyötä aloitettaessa oli ajatus, että uuden työstöjärjestelmän avulla voitaisiin pienentää hukan määräksi 11 %. Pienentynyt hukka vähentäisi vanerintuotannon vaatimaa kokonaisenergian kulutusta noin 14 %. Tuotannon ja materiaalin päästöt ilmaan olisi 23885 kg CO<sub>2</sub>e pienemmät, jos nykyisellä tuotantomäärällä hukan määrä olisi 11 %.

Pienentynyt hukka vaikuttaa joko suorasti tai epäsuorasti moneen asiaan. Sen sijaan, että Koskisen vaneritehdas tuottaa valmistukseltaan vaativaa ohutta levyä, voisi tuotantokapasiteettia vapauttaa muiden tuotteiden valmistukseen. KoskiFuturan pintaviilupainotteisuuden asettamat vaatimukset tukkiraaka-aineelle ovat kovat, joten pienempi tuotantomäärä vähentäisi tehtaan pintaviilun tarvetta. Mikäli vähentynyt hukka pienentäisi vanerin valmistuksessa käytettävien sideaineiden tarvetta, pienentäisi sekin hiilidioksidipäästöjä, sillä sideaineiden (liima, kovete, kitti yms.) kuljetus muodostaa suuren osan vanerituotannossa käytettävien materiaalien kuljetuspäästöistä (Haaparanta 2011, 68).

## 2.6 Nestaus

Nestaus tarkoittaa työstettävien kappaleiden sovittamista työstöaihioon siten, että työstö voidaan toteuttaa mahdollisimman tehokkaasti ja pienellä materiaalihukalla (kuva 7). Tietokoneohjelmistoon syötetään työstettävän raaka-aineen mitat ja työstettävät kappaleet. Työstettävät kappaleet voidaan lukea CAD-piirustuksesta. Nestausohjelmisto sovittaa ja tarvittaessa pyörittelee osia niin, että käytettävä aihio tulee hyödynnetyksi mahdollisimman tehokkaasti. Mikäli työstettävien vaneriosien syysuunta on päätetty, asettaa se rajoituksia nestaukselle ja voi siten hieman kasvattaa materiaalihukkaa, kun kappaletta ei voi kääntää vapaasti.



KUVA 7. Erään automallin nestautulos, hukan määrä 44,3 %

### 3 KOKEELLINEN OSA

#### 3.1 Rakennuksen laajennus

Tuotantotilojen laajennus aloitettiin keväällä 2016. Tarkoitus oli aloittaa koneiden asennukset loppupalvesta 2017. Rakennusprojekti kuitenkin hieman venyi, ja työstökoneiden asennus saatiin toteutettua vähän suunniteltua myöhemmin, huhti-toukokuun vaiheessa. Koneiden koeajot voitiin aloittaa toukokuun loppupuolella. Uuden tuotantohallin avajaisia vietettiin syyskuussa 2017, jonka jälkeen tuotantoa voitiin kasvattaa.

#### 3.2 Käyttöönotto

Työstöjärjestelmän kanssa työskentelevät operaattorit ovat saaneet kolmen viikon koulutuksen työstökoneen käyttöön. Työstöohjelmia tekevät CAD-operaattorit ovat saaneet koulutusta optimointiohjelman käyttöön. Koskisen oma tietojärjestelmäosasto antaa tarvittaessa lisäohjausta muuttuneen työjonon käyttöön. Investoinnin valmistuttua Toporówin yksikköön palkattiin lisää henkilöstöä.

Järjestelmän käyttöönoton jälkeen tuotantoa ajettiin koeajona, ja silloinkin vaihtelevan pituisin työvuoroin. Koneella saatettiin ajaa vain yhtä vuoroa, koska yksikön työntekijöiden mukaan ei ollut tarpeeksi koulutettuja operaattoreita. Myöhemmin, ennen kuin operaattorit pystyivät tehokkaasti hyödyntämään työstökoneen nopeutta, lopettivat he uuden koneen käytön ja siirtyivät tekemään tuotantoa pelkästään vanhoilla työstökoneilla. Lisäksi valmistuneiden työmääräysten kirjausten kanssa oli epäselvyyksiä, joten toiminnanohjausjärjestelmän työjono kasvoi normaalista moninkertaiseksi, ja sen siivoaminen oli työlästä. Lisäkoulutusten jälkeen operaattorit ovat pystyneet hyödyntämään työstökoneen mahdollisuudet, joten tuotantoa on voitu tehdä tehokkaasti. Jossain vaiheessa työstö jouduttiin keskeyttämään, koska valmistuneet kappaleet tukkivat paketointilinjan ja operaattorien täytyi osallistua paketointiin. Tämän perusteella myös

paketointia täytyy saada tehostettua, jotta tuotanto voi toimia keskeytyksettä.

### 3.3 Investoinnin vaikutus materiaalihukkaan

Vaikka tuotanto ei vielä syyskuussa ole lähtenyt täysipainoisesti käyntiin, voidaan uuden työstökoneen tuotantoraporteista nähdä merkkejä materiaalikäytön tehokkuuden parantumista. Työstöstä valmistuneiden kappaleiden kirjausten perusteella hukan määrä on ollut 14 %.

Vuonna 2016 toteutunut materiaalihukka oli 19 %, joten tuotantokirjausten perusteella laskettu 14 % hukka on selkeä parannus. Voidaan laskea, että jos KoskiFuturan vuosittainen työstömäärä olisi sama kuin vuonna 2016, voitaisiin pienentyneellä 14 prosentin materiaalihukalla valmistaa tuotteita useisiin kymmeniin pakettiautoihin enemmän. Muovilevyn osalta pienentynyt hukka mahdollistaisi vieläkin suuremman määrän valmistamisen. Jo pelkästään tämä pienentyneen hukan mahdollistama lisämyynti merkitsisi vuositasolla useita kymmeniä tuhansia euroja.

Materiaalihukan pieneneminen näkyy jo tässä vaiheessa selkeästi, vaikka tuotantoa ei vielä ole täydellä teholla päästy tekemään. Investoinnin merkitys hukan vähentämiseen kasvaa vielä myöhemmin, kun uudella järjestelmällä voidaan alkaa myös lattiaosien valmistus.

Mahdollisen lisämyynnin lisäksi pienentynyt materiaalihukka vaikuttaa myös Järvelän vaneritehtaan tuotantoon. Pienentynyt hukka voi mahdollistaa myös vanerintuotannon resurssien osittaisen siirtämisen vaativan levyn valmistuksesta muihin tuotteisiin.

#### 4 KEHITYSEHDOTUKSET

Ohuen levyn valmistusta tarkastellessa tuli vastaan asioita, joiden osalta toimintatapoja voisi muuttaa. Selvisi, että levyjen käyryys aiheuttaa ongelmia. Levyjen käyryyttä ei saa kokonaan poistettua, mutta sen määrää voidaan yrittää vähentää levyjen oikeanlaisella varastoinnilla ja tuotannon läpimenoaikaa nopeuttamalla. Tuotannossa kulkevat ohuet levyt tulisi varastoida oikean kokoisella pohjalavalla, jotta levyt eivät taivu varastoitaessa. Mahdollisen väärän varastoinnin (levyjen varastointi taipuneina) aiheuttamat muutokset levyissä vähenisivät, mikäli tuotannon läpimenoaikaa voitaisiin nostaa.

Kittausta tarkastellessa operaattorit pudottivat paljon levyjen laatuluokitusta niiden pitkällä sivulla olleiden viiluvajavuuksien takia. Koska levyissä on aina työstövaraa, eikä näin ollen levyjä työstetä reunoihin asti, voitaisiin levyissä sallia jonkin verran vikaisuuksia. NC-työstettävien levyjen osalta lajitteluohjeita voisi tarkastaa.

## 5 YHTEENVETO

Investoinnin voidaan todeta olevan onnistunut. Uusi järjestelmä mahdollistaa raaka-aineen tehokkaamman käytön, joten samasta määrästä levymateriaalia saadaan enemmän myytäviä tuotteita. Laskelmissa on käytetty materiaalihukan määränä 25 %, mutta vuonna 2016 toteutuneen tuotannon perusteella hukka on ollut 19 %. Uudella järjestelmällä on selkeästi pystytty alentamaan materiaalihukkaa, hukan ollessa 14 %. Pelkästään nykyisellä tuotantomäärällä pienentyneen materiaalihukan mahdollistama lisämyynti tekee vuositasolla useita kymmeniä tuhansia euroja.

Tämänhetkisten lukujen valossa jää vielä epäselväksi, onko toivottuun 11 prosentin raaka-ainehukkaan käytännössä mahdollista päästä. Vaikka toivottuun tulokseen ei täysin pääsisikään, silti kasvaneen tuotantonopeuden mukanaan tuoma tehokkuus ja vähentyneen materiaalihukan aikaansaama säästö mahdollistaa investointisuunnitelman mukaisen takaisinmaksun.

Investointiprojektin alussa oletettiin, että suuremmat optimointimäärät auttaisivat vähentämään hukkaa, mutta tämänhetkisten tulosten perusteella ei tällaista päätelmää voida tehdä. Tietenkin suurempi kappalemäärä antaa nestausohjelmistolle paremmat mahdollisuudet tehokkaaseen optimointiin, mutta myös kappaleiden muodot vaikuttavat lopputulokseen. Kappaleet, joilla on hankala muoto, tai joiden syysuunta on päätetty, eivät suuresta kappalemäärästä huolimatta mahdollista tehokasta optimointia. Myös pienillä optimointimäärillä on mahdollista käyttää raaka-aine todella tehokkaasti, jos vain kappaleiden muodot sallivat tehokkaan optimoinnin.

Tehostunut tuotanto mahdollistaa tuotantomäärien kasvattamisen, ja sitä kautta on mahdollisuus kasvattaa myyntiä.

Työntekijöiden kannalta tarkasteltuna uudet ja väljät tilat lisäävät työturvallisuutta, koska materiaalikuljetusten trukkiliikenne

jalankulkukäytävillä vähenee. Lisäksi tarkoituksenmukaiset ja valoisat työtilat kasvattavat työn mielekkyyttä ja työssä viihtyvyyttä. Hallin ulkopuolella toteutettu pihakivetyk helpottaa kuormien purkua ja lastausta, kun sitä ei enää tarvitse tehdä epätasaisella hiekkapihalla.



## LÄHTEET

Haaparanta, L. 2011. Life cycle assessment of plywood process – carbon footprint of two plywood products. Aalto-yliopisto, Puunjalostustekniikan laitos. Puutekniikan diplomityö.

Järvinen, K. 2016. Ympäristöpäällikkö. Koskisen Oy. Haastattelu 14.12.2016.

Koskisen Oy. 2014. PPL coated KoskiFutura, technical data sheet. Yrityksen sisäinen esite.

Koskisen Oy. 2017a. KoskiFutura smooth tekniset tiedot. Koskisen Oy [viitattu 23.1.2017]. Saatavissa: <https://koskisen.fi/tiedostopankki/>

Koskisen Oy. 2017b. Koskisen tänään 2017. Koskisen Oy [viitattu 24.2.2017]. Saatavissa: <https://koskisen.fi/tiedostopankki/>

Laine, K. 2017. Operaattori. Koskisen Oy. Haastattelu 26.1.2017.

Lehtinen, M. 2016. Tuotantopäällikkö. Koskisen Oy. Haastattelu 19.12.2016.

Lehtonen, P. 2017. Operaattori. Koskisen Oy. Haastattelu 27.1.2017.

Marjamaa, J. 2017. Operaattori. Koskisen Oy. Haastattelu 21.2.2017.

Marzec, P. 2017. Service center manager. Koskisen Oy. Haastattelu 16.2.2017.

Naboulsi, M. 2017. Operaattori. Koskisen Oy. Haastattelu 7.2.2017.

Nikula, H. 2016. Tuotannonsuunnittelija. Koskisen Oy. Haastattelu 8.12.2016.

Pikkarainen, E. 1999. NC-tekniikan perusteet. Helsinki: Hakapaino Oy.

Silvennoinen, J. 2017. Operaattori. Koskisen Oy. Haastattelu 13.3.2017.

Similä, T. 2017. Tietohallintopäällikkö. Koskisen Oy. Haastattelu 16.5.2017.

Suomalainen, J. 2017. Operaattori. Koskisen Oy. Haastattelu 3.2.2017.

Tarula, M. 2017. Business manager. Koskisen Oy. Haastattelu 30.11.2016 ja 15.3.2017.

Tuhkanen, P. 2017. Sales coordinator. Koskisen Oy. Haastattelu 31.3.2017.

Voutilainen, M. 2017. Operaattori. Koskisen Oy. Haastattelu 20.2.2017.